



DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05090339    \*\*Image available\*\*

METHOD OF LASER TREATMENT

PUB. NO.:        08-045839 [JP 8045839 A]

PUBLISHED:      February 16, 1996 (19960216)

INVENTOR(s):    TERAMOTO SATOSHI

                 OTANI HISASHI

                 MIYANAGA SHOJI

                 HAMAYA TOSHIJI

APPLICANT(s): SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD [470730] (A Japanese Company  
                 or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.:      06-198042 [JP 94198042]

FILED:           July 28, 1994 (19940728)

INTL CLASS:     [6] H01L-021/20; C23C-014/56; C23C-016/56; C30B-025/16;  
                 H01L-021/268; H01L-027/12; H01L-029/786; H01L-021/336

JAPIO CLASS:    42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 12.6 (METALS --  
                 Surface Treatment); 13.1 (INORGANIC CHEMISTRY -- Processing  
                 Operations); 36.1 (LABOR SAVING DEVICES -- Industrial Robots)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R003 (ELECTRON BEAM); R004 (PLASMA); R011  
                 (LIQUID CRYSTALS); R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass  
                 Conductors)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To more elevate the crystallinity of a crystalline Si film by introducing into an amorphous Si film a metal element for promoting the crystallization, heat-treating to crystallize this film and holding the sample within specified temperature range from the heat treatment temperature during irradiating at a laser beam.

CONSTITUTION: A silicon oxide film 602 is formed as a base film on a glass substrate 601 and amorphous Si film 603 of 500A thick is formed. In an oxidative atmosphere an ultraviolet ray is emitted to form a very thin oxide film 604 on the surface of the film 603. Using a resist, a resist mask 801 is formed and coated with a Ni acetate solution to form a water film 605. It is spin-dried, using a spinner 606. The mask 801 is removed and heat treatment is applied to form a crystalline Si film grown as a crystal in a direction parallel to the substrate. A laser beam is emitted to anneal this film while the sample is held within plus or minus 100 deg.C from the temperature at the heat treatment.

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat  
(c) 2004 EPO. All rts. reserv.

12994451

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 8045839 A2 19960216 <No. of Patents: 016>

**PATENT FAMILY:**

**CHINA (CN)**

Patent (No,Kind,Date): CN 1122953 A 19960522

LASER PROCESSING METHOD (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)

Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP);  
MIYANAGA AKIHARU (JP)

Priority (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728; JP 94256148 A  
19940926; JP 94198043 A 19940728

Applic (No,Kind,Date): CN 95115832 A 19950728

IPC: \* H01L-021/00

CA Abstract No: \* 124(22)303287U; 124(22)303289W; 125(02)023981J

Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165183; C 96-244490

Language of Document: Chinese

Patent (No,Kind,Date): CN 1320954 A 20011107

LASER TREATING METHOD (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)

Author (Inventor): AKIRA TERAMOTO (JP); HISASHI OYA (JP); TERUJI  
MIYANAGA (JP)

Priority (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728; JP 94198043 A  
19940728; JP 94256148 A 19940926

Applic (No,Kind,Date): CN 2001103030 A 20010122

IPC: \* H01L-021/324

CA Abstract No: \* 124(22)303287U; 124(22)303289W; 125(02)023981J

Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165183; C 96-244490

Language of Document: Chinese

Patent (No,Kind,Date): CN 1485892 A 20040331

Priority (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728; JP 94198043 A  
19940728; JP 94256148 A 19940926

Applic (No,Kind,Date): CN 2001103022 A 19950728

IPC: \* H01L-021/324

Language of Document: Chinese

Patent (No,Kind,Date): CN 1115713 B 20030723

Laser processing method (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)

Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP); AL  
AKIHARU MIYANAGE ET (JP)

Priority (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728; JP 94256148 A  
19940926; JP 94198043 A 19940728

Applic (No,Kind,Date): CN 95115832 A 19950728

IPC: \* H01L-021/00

Language of Document: Chinese

JAPAN (JP)

Patent (No,Kind,Date): JP 8045839 A2 19960216

METHOD OF LASER TREATMENT (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI; OTANI HISASHI; MIYANAGA SHOJI;  
HAMAYA TOSHIJI

Priority (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728

Applic (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728

IPC: \* H01L-021/20; C23C-014/56; C23C-016/56; C30B-025/16;  
H01L-021/268; H01L-027/12; H01L-029/786; H01L-021/336

CA Abstract No: \* 124(22)303289W; 124(22)303289W

Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165182

Language of Document: Japanese

Patent (No,Kind,Date): JP 8045840 A2 19960216

LASER TREATMENT (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI; HAMAYA TOSHIJI

Priority (No,Kind,Date): JP 94198043 A 19940728

Applic (No,Kind,Date): JP 94198043 A 19940728

IPC: \* H01L-021/20; C30B-030/00; C30B-031/22; H01L-021/268;  
H01L-027/12

Derwent WPI Acc No: ; C 96-165183

Language of Document: Japanese

Patent (No,Kind,Date): JP 8097169 A2 19960412

METHOD AND DEVICE FOR LASER PROCESSING (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Author (Inventor): YAMAZAKI SHUNPEI; TERAMOTO SATOSHI

Priority (No,Kind,Date): JP 94256148 A 19940926

Applic (No,Kind,Date): JP 94256148 A 19940926

IPC: \* H01L-021/268; H01L-021/20; H01L-027/12; H01L-029/786;  
H01L-021/336

CA Abstract No: \* 125(02)023981J; 125(02)023981J

Derwent WPI Acc No: \* C 96-244490; C 96-244490

Language of Document: Japanese

Patent (No,Kind,Date): JP 3034765 B2 20000417

Priority (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728

Applic (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728

IPC: \* H01L-021/20; C23C-014/56; C23C-016/56; C30B-025/16;  
H01L-021/265; H01L-021/268; H01L-021/336; H01L-027/12; H01L-029/786

CA Abstract No: \* 124(22)303289W

Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182

Language of Document: Japanese

Patent (No,Kind,Date): JP 3295241 B2 20020624

Priority (No,Kind,Date): JP 94198043 A 19940728

Applic (No,Kind,Date): JP 94198043 A 19940728

IPC: \* H01L-021/20; C30B-030/00; C30B-031/22; H01L-021/268;  
H01L-021/336; H01L-027/12; H01L-029/786

CA Abstract No: \* 124(22)303287U

Derwent WPI Acc No: \* C 96-165183

Language of Document: Japanese

TAIWAN (TW)

Patent (No,Kind,Date): TW 406861 Y 20000921  
Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)  
Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OTANI HISASHI (JP);  
MIYANAGA AKIHARU (JP); HAMATANI TOSHIJI (JP); YAMAZAKI SHUNPEI  
(JP)  
Priority (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728; JP 94198043 A  
19940728; JP 94256148 A 19940926  
Applic (No,Kind,Date): TW 86202433 U 19950718  
IPC: \* H01L-021/477  
CA Abstract No: \* 124(22)303287U; 124(22)303289W; 125(02)023981J  
Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165183; C 96-244490

UNITED STATES OF AMERICA (US)

Patent (No,Kind,Date): US 5923966 A 19990713  
LASER PROCESSING METHOD (English)  
Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)  
Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP);  
MIYANAGA AKIHARU (JP); HAMATANI TOSHIJI (JP); YAMAZAKI SHUNPEI  
(JP)  
Priority (No,Kind,Date): JP 94198042 A 19940728; JP 94198043 A  
19940728; JP 94256148 A 19940926  
Applic (No,Kind,Date): US 504991 A 19950720  
National Class: \* 438162000; 438166000; 438479000; 438487000  
IPC: \* H01L-021/00; H01L-021/20  
CA Abstract No: \* 124(22)303287U; 124(22)303289W; 125(02)023981J  
Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165183; C 96-244490  
Language of Document: English  
Patent (No,Kind,Date): US 20010024843 AA 20010927  
LASER PROCESSING METHOD (English)  
Patent Assignee: TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP);  
MIYANAGA AKIHARU (JP); HAMATANI TOSHIJI (JP); YAMAZAKI SHUNPEI  
(JP)  
Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP);  
MIYANAGA AKIHARU (JP); HAMATANI TOSHIJI (JP); YAMAZAKI SHUNPEI  
(JP)  
Priority (No,Kind,Date): US 840229 A 20010424; JP 94198042 A  
19940728; JP 94198043 A 19940728; JP 94256148 A 19940926; US  
315968 A3 19990521; US 504991 A3 19950720  
Applic (No,Kind,Date): US 840229 A 20010424  
Addnl Info: 5923966 Patented  
National Class: \* 438151000; 438156000  
IPC: \* H01L-021/00; H01L-021/84  
CA Abstract No: \* 124(22)303287U; 124(22)303289W; 125(02)023981J  
Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165183; C 96-244490  
Language of Document: English

Patent (No,Kind,Date): US 20030059991 AA 20030327  
 LASER PROCESSING METHOD (English)  
 Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)  
 Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP);  
 MIYANAGA AKIHARU (JP); HAMATANI TOSHIJI (JP); YAMAZAKI SHUNPEI  
 (JP)  
 Priority (No,Kind,Date): US 288365 A 20021106; JP 94198042 A  
 19940728; JP 94198043 A 19940728; JP 94256148 A 19940926; US  
 315968 A3 19990521; US 504991 A3 19950720  
 Applic (No,Kind,Date): US 288365 A 20021106  
 Addnl Info: 6495404 Patented; 5923966 Patented  
 National Class: \* 438166000  
 IPC: \* H01L-021/00  
 CA Abstract No: \* 124(22)303287U; 124(22)303289W; 125(02)023981J  
 Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165183; C 96-244490  
 Language of Document: English

Patent (No,Kind,Date): US 6495404 BA 20021217  
 LASER PROCESSING METHOD (English)  
 Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)  
 Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP);  
 MIYANAGA AKIHARU (JP); HAMATANI TOSHIJI (JP); YAMAZAKI SHUNPEI  
 (JP)  
 Priority (No,Kind,Date): US 315968 A 19990521; JP 94198042 A  
 19940728; JP 94198043 A 19940728; JP 94256148 A 19940926; US  
 504991 A3 19950720  
 Applic (No,Kind,Date): US 315968 A 19990521  
 Addnl Info: 5923966 Patented  
 National Class: \* 438166000; 438162000  
 IPC: \* H01L-021/00; H01L-021/84  
 CA Abstract No: \* 124(22)303287U; 124(22)303289W; 125(02)023981J  
 Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165183; C 96-244490  
 Language of Document: English

Patent (No,Kind,Date): US 6482687 BB 20021119  
 LASER PROCESSING METHOD (English)  
 Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)  
 Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP);  
 MIYANAGA AKIHARU (JP); HAMATANI TOSHIJI (JP); YAMAZAKI SHUNPEI  
 (JP)  
 Priority (No,Kind,Date): US 840229 A 20010424; JP 94198042 A  
 19940728; JP 94198043 A 19940728; JP 94256148 A 19940926; US  
 315968 A3 19990521; US 504991 A3 19950720  
 Applic (No,Kind,Date): US 840229 A 20010424  
 Addnl Info: 5923966 Patented  
 National Class: \* 438166000; 438162000  
 IPC: \* H01L-021/00; H01L-021/84  
 CA Abstract No: \* 124(22)303287U; 124(22)303289W; 125(02)023981J  
 Derwent WPI Acc No: \* C 96-165182; C 96-165183; C 96-244490  
 Language of Document: English

Patent (No,Kind,Date): US 6753213 BB 20040622  
 Laser processing method (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (JP)

Author (Inventor): TERAMOTO SATOSHI (JP); OHTANI HISASHI (JP);  
MIYANAGA AKIHARU (JP); HAMATANI TOSHIJI (JP); YAMAZAKI SHUNPEI  
(JP)

Priority (No,Kind,Date): US 288365 A 20021106; JP 94198042 A  
19940728; JP 94198043 A 19940728; JP 94256148 A 19940926; US  
315968 A3 19990521; US 504991 A3 19950720

Applic (No,Kind,Date): US 288365 A 20021106

Addnl Info: 6495404 Patented; 5923966 Patented

National Class: \* 438166000; 438162000

IPC: \* H01L-021/00

Language of Document: English

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-45839

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所  
H 0 1 L 21/20  
C 2 3 C 14/56 8939-4K  
16/56  
C 3 0 B 25/16

9056-4M

H 0 1 L 29/ 78

3 1 1 Y

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-198042

(22) 出願日 平成6年(1994)7月28日

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所  
神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 寺本 聡

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 大谷 久

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 宮永 昭治

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
導体エネルギー研究所内

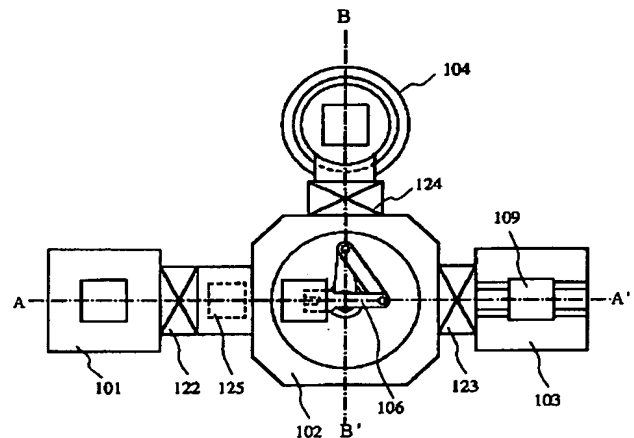
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザー処理方法

(57) 【要約】

【目的】 レーザー光の照射によって結晶性の優れた珪素薄膜を形成する。

【構成】 加熱室104とレーザー光を照射する室103とロボットアーム106とを備えたレーザー処理装置において、レーザー光を照射するための珪素膜が形成された基板を加熱室において、450℃～750℃程度の温度に加熱し、しかるのちに、同じく450℃～750℃の温度に保たれた状態において、室103においてレーザー光を照射する。こうすることで、結晶性が良好で、ほぼ単結晶または単結晶と見なせる珪素膜を得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】非晶質珪素膜に結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、

加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

該工程において結晶化された珪素膜に対してレーザー光を照射する工程と、

を有し、

前記レーザー光の照射時において、試料は前記加熱処理時の温度の±100℃以内に保たれていることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 2】非晶質珪素膜に結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、

600℃以下の温度で加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

該工程において結晶化された珪素膜に対してレーザー光を照射する工程と、

を有し、

前記レーザー光の照射時において、試料は前記加熱処理時の温度の±100℃以内に保たれていることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 3】請求項 1 または請求項 2 において、レーザー光の照射によって、加熱処理によって結晶化された珪素膜の結晶性がさらに助長されることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 4】請求項 1 または請求項 2 において、結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Zn、Ag、Au から選ばれた一種または複数種類のものが用いられることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 5】非晶質珪素膜に結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、

加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

該工程で結晶化された珪素膜の少なくとも一部に不純物イオンの注入を行う工程と、

前記不純物イオンが注入された領域にレーザー光を照射する工程と、

を有し、

前記レーザー光の照射時において、試料は前記加熱処理時の温度の±100℃以内に保たれていることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 6】非晶質珪素膜に結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、

加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

該工程で結晶化された珪素膜の少なくとも一部に不純物イオンの注入を行う工程と、

前記不純物イオンが注入された領域にレーザー光を照射する工程と、

を有し、

前記レーザー光の照射時において、試料は前記加熱処理時の温度の±100℃以内に保たれていることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 7】請求項 5 または請求項 6 において、レーザー光の照射によって、加熱処理によって結晶化された珪素膜の結晶性がさらに助長されることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 8】請求項 5 または請求項 6 において、結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Zn、Ag、Au から選ばれた一種または複数種類のものが用いられることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 9】結晶化を助長する金属元素が導入された非晶質珪素膜に対して、線状のビーム形状を有するレーザー光を前記非晶質珪素膜の一方から他方に向かって順次移動させて照射し、レーザー光が照射された領域を順次結晶化させる方法であって、

前記レーザー光の照射は、非照射面の温度を450℃以上の温度に加熱して行われることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 10】請求項 9 において、結晶化を助長する金属元素として、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Zn、Ag、Au から選ばれた一種または複数種類のものが用いられることを特徴とするレーザー処理方法。

【請求項 11】請求項 9 において、結晶化を助長する金属元素は、非晶質珪素膜の所定の領域に選択的に導入されていることを特徴とするレーザー処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本明細書で開示する発明は、レーザー光の照射によって半導体に対して各種アニールを施す技術に関する。

## 【従来の技術】

【0002】従来より、半導体に対してレーザー光を照射することによって、各種アニールを施す技術が知られている。例えば、プラズマCVD法によってガラス基板上に成膜された非晶質珪素膜(a-Si膜)に対してレーザー光を照射することによって結晶性珪素膜に変成する技術や、不純物イオン注入後のアニール技術等が知られている。このようなレーザー光を用いた各種アニール技術、およびレーザー光を照射する装置としては、本出願人による特開平6-51238号公報に記載されている技術がある。

【0003】レーザー光による各種アニール処理は、下地の基板に対して熱的なダメージを与えないので、例えば基板としてガラス基板等の熱に弱い材料を用いた場合等に有用な技術となる。しかしながら、そのアニール効果を常に一定なものとするのが困難であるという問題

10

20

30

40

50



## 3

がある。またレーザー光の照射による非晶質珪素膜の結晶化を行った場合、必要とする良好な結晶性を常に得ることが困難であり、安定してより結晶性の良好な結晶性珪素膜を得る技術が求められていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本明細書で開示する発明は、下記に示す事項の少なくとも一つ以上を解決することを課題とする。

(1) レーザー光の照射による半導体へのアニール技術において常に一定の効果が得られるようにする。

(2) 非晶質珪素膜へのレーザー光の照射によって得られる結晶性珪素膜の結晶性をより高くする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の一つは、非晶質珪素膜に結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、該工程において結晶化された珪素膜に対してレーザー光を照射する工程と、を有し、前記レーザー光の照射時において、試料は前記加熱処理時の温度の±100℃以内に保たれていることを特徴とする。

【0006】上記構成（本明細書で開示する発明全て）において、結晶化を助長する金属元素としては、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Zn、Ag、Auから選ばれた一種または複数種類のものが用いられる。これら金属元素の中でも最も顕著な効果を得ることができる元素がニッケルである。

【0007】上記構成において、加熱処理時の温度としては、450℃～750℃の温度を選択することができる。この温度の上限は基板の耐熱温度によって制限され、基板としてガラス基板を用いた場合には、600℃程度が上限とされる。また生産性を考慮するならばこの温度が550℃以上であることが望ましい。従って、ガラス基板を用いた場合には、550～600℃程度の温度で加熱処理を行うことが望ましいことになる。

【0008】レーザー光の照射時における加熱温度も、550℃～600℃程度することが好ましいが、450℃程度の温度からの加熱で実用になる。従って、550℃±100℃の温度範囲での加熱が好ましい。

【0009】また本明細書で開示する他の発明は、非晶質珪素膜に結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、600℃以下の温度で加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、該工程において結晶化された珪素膜に対してレーザー光を照射する工程と、を有し、前記レーザー光の照射時において、試料は前記加熱処理時の温度の±100℃以内に保たれていることを特徴とする。

【0010】また本明細書で開示する他の発明は、非晶質珪素膜に結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、該工程で結晶化された珪素膜の少なくとも一部に

## 4

不純物イオンの注入を行う工程と、前記不純物イオンが注入された領域にレーザー光を照射する工程と、を有し、前記レーザー光の照射時において、試料は前記加熱処理時の温度の±100℃以内に保たれていることを特徴とする。

【0011】また他の発明の構成は、非晶質珪素膜に結晶化を助長する金属元素を導入する工程と、加熱処理を施し前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、該工程で結晶化された珪素膜の少なくとも一部に不純物イオンの注入を行う工程と、前記不純物イオンが注入された領域にレーザー光を照射する工程と、を有し、前記レーザー光の照射時において、試料は前記加熱処理時の温度の±100℃以内に保たれていることを特徴とする。

【0012】また他の発明の構成において、結晶化を助長する金属元素が導入された非晶質珪素膜に対して、線状のビーム形状を有するレーザー光を前記非晶質珪素膜の一方から他方に向かって順次移動させて照射し、レーザー光が照射された領域を順次結晶化させる方法であって、前記レーザー光の照射は、非照射面の温度を450℃以上の温度に加熱して行われることを特徴とする。

【0013】上記構成において、線上のビームを順次移動させて照射することで、必要とする領域に対して効果的にレーザー光を照射することができる。また非照射面の温度（加熱温度）の条件は普通600℃程度に制限される。しかしこの温度は、基板の材質によって限定されるものであり、さらに高い温度としてもよい。

## 【0014】

## 【実施例】

【実施例1】本実施例では、本明細書で開示する発明を実施する際に利用されるレーザー処理装置を示す。図1にレーザー処理装置の上面図を示す。図2に図1のA-A'で切った断面図を示す。図3に図1のB-B'で切った断面図を示す。またこのレーザー処理装置のブロック図を図4に示す。

【0015】図1～図3において、101で示されるのは、基板（試料）を搬入搬出するための搬送搬入室であり、レーザー光を照射する対象の珪素膜や作製工程途中の状態の薄膜トランジスタが形成された基板100が多数枚カセット105に収納された状態で収められている。基板の搬入搬入室101に基板を外部から出し入れする際には、基板100を収納したカセット105毎移動が行われる。

【0016】102で示されるのは、基板を装置内において搬送するための搬送室であり、基板を一枚ずつ搬送するためのロボットアーム106を備えている。このロボットアーム106は加熱手段を内蔵しており、基板を搬送中においても基板の温度（試料の温度）を一定に保つ工夫がなされている。

【0017】また125は基板の位置合わせ用のアライメント手段であり、ロボットアームと基板との位置合わせ

## 5

せを正確に行うための機能を有する。

【0018】103で示される室は、レーザー光を基板に対して照射するための室である。この室では、レーザー照射装置107から照射されたレーザー光108を合成石英の窓150を介して、基板が置かれるステージ109上に配置された基板上に照射することができる。ステージ109は、基板を加熱する手段を備えており、矢印で示されるように、1次元方向に移動する機能を有している。

【0019】レーザー照射装置107は、例えばKrFエキシマレーザーを発振する機能を有し、図5に示すような光学系を内蔵している。この図5に示す光学系を通ることにより、レーザー光は、幅数ミリ〜数センチ、長さ数十センチの線状ビームに成形される。

【0020】104で示される室は、基板(試料)を加熱するための加熱室であり、基板100が多数枚収納される。多数枚収納された基板100は加熱手段(抵抗加熱手段)110によって所定の温度に加熱される。基板100はリフト111上に収納されており、必要なときにリフト111を上下させ、搬送室102内のロボットアーム106によって、基板100を搬送させることができる。

【0021】各室は密閉された構造を有し、排気系115〜118によって減圧状態、あるいは高真空状態とすることができる。各排気系には、独立して真空ポンプ119〜122が備えられている。また各室には、必要とする気体(例えば不活性気体)を供給するためのガス供給系112〜114、121を備えている。また各室は、ゲイトバルブ122〜124を備えており、各室の気密性を独立して高める構成となっている。

【0022】〔実施例2〕本実施例においては、本明細書で開示するレーザー処理方法を用いて薄膜トランジスタを作製する例を示す。図6に結晶性珪素膜を得るまでの工程を示す。まず(A)に示すようにガラス基板601を用意し、その表面に下地膜として酸化珪素膜602を3000Åの厚さにスパッタ法を用いて成膜する。ガラス基板としては、例えばコーニング7059ガラス基板を用いることができる。

【0023】次に非晶質珪素膜(a-Si膜)603をプラズマCVD法または減圧熱CVD法によって500Åの厚さに成膜する。そして酸化性雰囲気中でのUV光の照射によって極薄い酸化膜604を成膜する。この酸化膜604は、後の溶液塗布工程において、溶液の濡れ性を改善するためのものである。この酸化膜604の厚さは数十Å程度とすればよい。(図6(A))

【0024】次に非晶質珪素膜603の結晶化を助長する金属元素であるニッケル(Ni)の導入を行う。ここでは、ニッケル酢酸塩溶液を用いて、ニッケル元素を非晶質珪素膜601の表面に導入する。具体的には、まず、所定のニッケル濃度となるように調整したニッケル

## 6

酢酸塩溶液を滴下し水膜605を形成する。そしてスピナー606を用いてスピンドライを行い、非晶質珪素膜の表面にニッケル元素が接した状態を実現する。ニッケルの導入量は、ニッケル酢酸塩溶液中におけるニッケル元素の濃度を調整することによって制御される。(図6(B))

【0025】次に加熱処理を施し、非晶質珪素膜603を結晶化させ、結晶性珪素膜607を得る。このときの加熱温度は、450℃〜750℃程度の温度で行えばよい。しかし、ガラス基板の耐熱性の問題を考慮した場合、600℃以下の温度で行うことが必要である。また500℃以下の温度であると、結晶化に要する時間が数十時間以上となるので、生産性の観点から不利となる。ここでは、ガラス基板の耐熱性の問題、さらに加熱処理時間の問題に鑑み、550℃で4時間の加熱処理を行う。こうして結晶性珪素膜607が得られる。(図6(C))

【0026】加熱処理により結晶性珪素膜607を得たら、図1〜図3に示すレーザー処理装置を用いてレーザー光を照射し、結晶性珪素膜607の結晶化をさらに助長させる。以下にこのレーザー処理工程の概要を示す。

【0027】まず図6(C)の状態を有する基板(試料)が多数枚収納されたカセット105を基板の搬入搬出室101に収納する。そして各室を高真空状態とする。またゲイトバルブは全て閉鎖されている状態とする。そして、ゲイトバルブ122を開け、ロボットアーム106によって、1枚の基板100をカセット105から取り出し、搬送室102に移送する。そしてゲイトバルブ124を開けロボットアーム106に保持された基板を加熱室104に移送する。この際、加熱室104は所定の温度に基板を加熱するように予め加熱された状態とする。

【0028】加熱室104に基板を搬入後、再びロボットアーム106によって、次の基板をカセット105から取り出し、加熱室104に移送する。以上の動作を所定の回数繰り返すことにより、カセット105に収納された基板の全てを加熱室104に収納する。カセット105に収納された基板の全てを加熱室104に収納した後、ゲイトバルブ122と124とを閉鎖する。

【0029】そして、所定の時間が経過した後、ゲイトバルブ124を開け、所定の温度(ここでは500℃)になった基板をロボットアームによって搬送室102に引き出す。この際、ロボットアーム内に内蔵された加熱手段によって、移送中も基板は500℃に保たれる。そしてゲイトバルブ124閉める。さらにゲイトバルブ123を開け、この加熱された基板をレーザー光を照射するための室103に移送する。そしてゲイトバルブ123を閉める。

【0030】レーザー光は線状を有するものを用い、その線状のレーザー光の幅方向に基板ステージ109を動

かすことにより、所定の面積に対してレーザー光を照射する。ここでは、図6(D)の状態において、図面の基板右端から左端へと、レーザー光がスweepされるように基板ステージ109を移動させレーザー光を照射する。ここでの基板ステージ109の移動速度は10cm/分とする。本実施例においては、基板ステージ109の温度を500℃に保った状態でレーザー光の照射を行う。

【0031】レーザー光の照射終了後、ゲートバルブ123を開け、基板ホルダーに保持された基板をロボットアーム106によって搬送室102に移送する。そしてゲートバルブ123を閉める。そしてゲートバルブ122を開け、基板を搬入搬出室101内のカセット105に収納する。この後ゲートバルブ122は閉鎖する。

【0032】上記の動作を繰り返すことにより、加熱室に収納された複数の基板全てに対してレーザー光の照射を行うことができる。そして全ての基板に対するレーザー光の照射が終了後、カセット105に収納された基板をカセット毎基板の搬入搬出室101から装置の外部に取り出す。

【0033】図6(D)に示すように、レーザー光の照射により、結晶性珪素膜の結晶性を助長させた後、パターニングを行うことにより、薄膜トランジスタの活性層701を形成する。なおこの際、極薄い酸化膜604は除去する。(図7(A))

【0034】次にゲート絶縁膜として機能する酸化珪素膜702をスパッタ法またはプラズマCVD法で1000Åの厚さに成膜する。次にスカンジウムを0.18wt%含有したアルミニウム膜を6000Åの厚さに蒸着法で形成する。そしてパターニングを施すことにより、ゲート電極703を形成する。ゲート電極703を形成したら5%酒石酸が含まれたエチレングルコール溶液中においてゲート電極703を陽極として陽極酸化を行い、アルミニウムの酸化物層704を形成する。この酸化物層の厚さは2500Å程度とする。この酸化物層704の厚さで、後の不純物イオン注入工程において形成されるオフセットゲート領域領域の長さが決定される。

【0035】さらに不純物イオン(ここではリンイオン)の注入をイオンドーピング法またはプラズマドーピング法によって活性層に注入する。この際、ゲート電極703とその周囲の酸化物層704とがマスクとなつて、705と709の領域に不純物イオンが注入されることとなる。こうしてソース領域705とドレイン領域709とが自己整合的に形成される。さらにチャンネル形成領域707とオフセットゲート領域706、708とがやはり自己整合的に形成される。

【0036】そして、レーザー光の照射を行い、ソース領域705とドレイン領域709の再結晶化と注入された不純物の活性化を行う。このレーザー光の照射の代わりに強光の照射を行ってもよい。ここで行うソース/ド

レイン領域へのレーザー光の照射を図1～図3に示す装置で行う。またこのレーザー光の照射においては、基板を500℃の温度に加熱した状態で行う。

【0037】レーザー光の照射によるアニールの終了後、層間絶縁膜として酸化珪素膜710をプラズマCVD法で7000Åの厚さに成膜する。そして孔開け工程を経て、ソース電極711とドレイン電極712を適当な金属(例えばアルミニウム)やその他適当な導電材料を用いて形成する。最後に水素雰囲気中において、350℃の加熱処理を1時間施すことにより、図7(C)に示す薄膜トランジスタを完成させる。

【0038】〔実施例3〕本実施例は、非晶質珪素膜の結晶化を助長する金属元素を非晶質珪素膜の表面の一部に選択的に導入することにより、結晶成長を基板に平行な方向に行わせ、この基板に平行に結晶成長した珪素膜を用いて薄膜トランジスタを作製する例である。

【0039】図8に結晶性珪素膜を得るまでの工程を示す。まずガラス基板601上に下地膜として酸化珪素膜602をスパッタ法により3000Åの厚さに成膜する。さらに非晶質珪素膜603を500Åの厚さにプラズマCVD法または減圧熱CVD法で成膜する。そして酸化性雰囲気中においてUV光の照射を行い、非晶質珪素膜603の表面に極薄い酸化膜604を形成する。そしてレジストを用いてレジストマスク801を形成する。レジストマスク801は、802で示される領域の非晶質珪素膜表面(酸化膜604が形成されている)を露呈させるように構成されている。802で示される領域は、図面の奥行き方向に長手方向を有する長方形(スリット形状)を有している。(図8(A))

【0040】次ぎにニッケル酢酸塩溶液を塗布し、水膜605を形成した後、スピナー606を用いてスピンドライを行う。こうして、レジストマスク801によって部分的に露呈された非晶質珪素膜の表面の一部分802にニッケルが接して配置された状態が実現される。(図8(B))

【0041】次にレジストマスク801を取り除き、550℃、4時間の加熱処理を施す。この工程において、802の領域からニッケルが拡散し、それと同時に矢印803で示すように基板に平行な方向へと結晶成長が進行していく。この結晶化は、針状あるいは柱状あるいは枝状に結晶が進行していくことによって行われる。この結晶化の結果、基板に平行な方向に1次元的あるいは2次元的に結晶成長した結晶性珪素膜を得ることができる。ここでは、802で示される領域が図面の奥手方向に長手方向を有するスリット状を有しているため、結晶成長は、矢印803で示す方向にほぼ1時限的に進行していく。なおこの結晶成長は、50～200μm程度行なうことができる。(図8(C))

【0042】加熱による結晶成長は、結晶成長が針状あるいは柱状あるいは枝状に進行するのであるが、その結

10

20

30

40

50

晶成長した枝の間(隙間)には非晶質成分が残存していることがTEM(透過電子顕微鏡)の写真観察から判明している。ここで、レーザー光の照射によるアニールを行うことにより、上記残存している非晶質成分を結晶化させ、さらに結晶性を向上させることができる。

【0043】このレーザー光の照射によるアニールは、実施例と同様にして行う。こうして結晶性の助長された結晶性珪素膜607が得られる。(図8(D))

【0044】次にパターニングを施し、図7(A)に示すように活性層701を得る。この時、活性層701内に、結晶成長の起点(802で示された領域)と結晶成長終点とが存在しないようにすることが重要である。これは、結晶成長の起点と終点においては、導入された金属元素(この場合はニッケル)の濃度が高いので、この金属濃度の高い領域を避けて活性層を形成するためである。こうすることで、金属元素の影響によるデバイスの不安定性を避けることができる。(図9(A))

【0045】次にゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜702をスパッタ法またはプラズマCVD法で100Åの厚さに成膜する。次にスカンジウムを0.18wt%含有したアルミニウム膜を6000Åの厚さに電子ビーム蒸着法で形成する。そしてパターニングを施すことにより、ゲイト電極703を形成する。ゲイト電極703を形成したら5%酒石酸が含まれたエチレングルコール溶液中においてゲイト電極703を陽極として陽極酸化を行い、アルミニウムの酸化物層704を形成する。この酸化物層の厚さは2500Å程度とする。この酸化物層704の厚さで、後の不純物イオン注入工程において形成されるオフセットゲイト領域領域の長さが決定される。

【0046】さらに不純物イオン(ここではリンイオン)の注入をイオンドーピング法またはプラズマドーピング法によって活性層に注入する。この際、ゲイト電極703とその周囲の酸化物層704とがマスクとなつて、705と709の領域に不純物イオンが注入されることとなる。こうしてソース領域705とドレイン領域709とが自己整合的に形成される。さらにチャネル形成領域707とオフセットゲイト領域706、708とがやはり自己整合的に形成される。(図9(B))

【0047】そして、図1~図3に示すレーザー処理装置を用いてレーザー光の照射を行い、ソース領域705とドレイン領域709の再結晶化と注入された不純物の活性化を行う。

【0048】レーザー光の照射によるアニールの終了後、層間絶縁膜として酸化珪素膜710をプラズマCVD法で7000Åの厚さに成膜する。そして孔開け工程を経て、ソース電極711とドレイン電極712を適当な金属(例えばアルミニウム)やその他適当な導電材料を用いて形成する。最後に水素雰囲気中において、350℃の加熱処理を1時間施すことにより、図9(C)に

示す薄膜トランジスタを完成させる。

【0049】本実施例に示す薄膜トランジスタは、針状または柱状または枝状に1次元的に結晶成長した結晶の結晶成長方向に沿ってキャリアが移動することになるので、キャリアの移動に際して結晶粒界の影響を受けることが少なく、移動度の大きいものを得ることができる。

【0050】〔実施例4〕本実施例では、非晶質珪素膜の結晶化を助長する金属元素の作用を利用したレーザー光の照射を行うことによって、単結晶あるいは単結晶に極めて近いと見なせる結晶性を有する領域を形成し、その領域を利用して薄膜トランジスタの活性層を形成することを特徴とする。

【0051】図10に単結晶あるいは単結晶に極めて近いと見なせる結晶性を有する領域を形成する工程を示す。まずガラス基板601上に下地膜として酸化珪素膜602をスパッタ法により3000Åの厚さに成膜する。さらに非晶質珪素膜603を500Åの厚さにプラズマCVD法または減圧熱CVD法で成膜する。そして酸化性雰囲気中においてUV光の照射を行い、非晶質珪素膜603の表面に極薄い酸化膜604を形成する。そしてレジストを用いてレジストマスク801を形成する。レジストマスク801は、802で示される領域の非晶質珪素膜表面(酸化膜604が形成されている)を露呈させるように構成されている。802で示される領域は、図面の奥行き方向に長手方向を有する長方形(スリット形状)を有している。(図10(A))

【0052】次にニッケル酢酸塩溶液を塗布し、水膜605を形成した後、スピナー606を用いてスピンドライを行う。こうして、レジストマスク801によって部分的に露呈された非晶質珪素膜の表面の一部分802にニッケルが接して配置された状態が実現される。なおここではレジストマスク801を用いた例を示すが、酸化珪素等をマスクとして利用してもよい。(図10(B))

【0053】そして、レジストマスク801を取り除き、図1~図3に示す装置を用いてレーザー光の照射を行う。このレーザー光の照射に際しては、試料を500℃の温度に加熱した状態で、線状のレーザー光810を図面の奥行き方向が長手方向となるようにして、811で示される方向に移動(スweep)させていく。この移動速度は1mm~10cm/分程度の極めてゆっくりとしたものとする。この時、812で示す領域においては、加熱によって結晶核または結晶化した領域が形成される。この結晶核の生成や結晶化した領域が形成されるのは、ニッケル元素の作用によるものである。

【0054】線状のレーザー光を811で示されるように移動させていくと、ニッケルが微量に導入された領域812から813で示されるように結晶成長が行われていく。この813で示される結晶成長は、結晶核あるいは結晶領域が形成されている812の領域からエピタキ

シャル成長あるいはピタキシャル成長と見なせる状態で進行していく。(図10(C))

【0055】この結晶化は、レーザー光が照射された領域が熔融し、先に結晶化した領域からこの熔融した領域へと結晶がエピタキシャル成長(またはエピタキシャル成長と見なせる成長)をしていくことによって行われる。そして、線状のレーザー光810を811で示されるように移動させて行くことで、この結晶成長が813で示されるような順次進行していく。また結晶化を助長する金属元素であるニッケルは、珪素が熔融した領域に偏析するので、813で示される結晶化が進行していくに従って、その結晶成長した先端部にニッケル元素が集中する。従って、結晶化した領域814の中央部においては、ニッケル濃度を低くすることができる。

【0056】以下においてこのレーザー光の照射工程を説明する。まず図10(C)の状態を有する基板(試料)が多数枚収納されたカセット105を基板の搬入搬出室101に収納する。そして各室を高真空状態とする。またゲイトバルブは全て閉鎖されている状態とする。そして、ゲイトバルブ122を開け、ロボットアーム106によって、1枚の基板100をカセット105から取り出し、搬送室102に移送する。そしてゲイトバルブ124を開けロボットアーム106に保持された基板を加熱室104に移送する。この際、加熱室104は所定の温度(500℃)に基板を加熱するように予め加熱された状態とする。

【0057】加熱室104に基板を搬入後、再びロボットアーム106によって、次の基板をカセット105から取り出し、加熱室104に移送する。以上の動作を所定の回数繰り返すことにより、カセット105に収納された基板の全てを加熱室104に収納する。

【0058】そして、所定の時間が経過した後、ゲイトバルブ124を開け、所定の温度(ここでは500℃)になった基板をロボットアーム106によって搬送室102に引き出す。この際、ロボットアーム内に内蔵された加熱手段によって、移送中も基板は500℃に保たれる。そしてゲイトバルブ124閉める。さらにゲイトバルブ123を開け、この加熱された基板をレーザー光を照射するための室103に移送する。そしてゲイトバルブ123を閉める。

【0059】レーザー光は線状を有するものを用い、その線状のレーザー光の幅方向に基板ステージ109を動かすことにより、所定の面積にレーザー光を照射する。ここでは、図6(D)の状態において、図面の基板右側から左側へと、レーザー光がスweepされるように基板ステージ109を移動させレーザー光を照射する。ここでの基板ステージ109の移動速度は1cm/分とする。本実施例においては、基板ステージ109の温度を500℃に保った状態でレーザー光の照射を行う。

【0060】レーザー光の照射終了後、ゲイトバルブ1

23を開け、基板ホルダーに保持された基板をロボットアーム106によって搬送室102に移送する。そしてゲイトバルブ123を閉める。そしてゲイトバルブ122を開け、基板を搬入搬出室101内のカセット105に収納する。この後ゲイトバルブ122は閉鎖する。

【0061】上記の動作を繰り返すことにより、加熱室に収納された複数の基板全てに対してレーザー光の照射を行うことができる。そして全ての基板に対するレーザー光の照射が終了後、カセット105に収納された基板をカセット毎基板の搬入搬出室101から装置の外部に取り出す。

【0062】本実施例においては、加熱室104に1枚目の基板を搬入する時から最後の基板を加熱室104に搬入するまでの時間と、加熱室104から1枚目の基板を取り出し、レーザー光の照射を行う室103へ基板を搬送し始める時から最後の基板を加熱室104から取り出し、レーザー光の照射を行う室103へこの基板を搬送し始める時までの時間とを同じものとする。こうすると、加熱室に基板が保持されている時間を全ての基板において同一なものとして行うことができる。

【0063】基板上には、図10(C)に示されるように、ニッケル元素が導入された非晶質珪素膜が形成されており、500℃の温度では短時間において、容易に結晶核が生成され、ニッケル元素が導入された領域においては、容易に結晶化が進行してしまう。従って、加熱室104内に保持される時間は、全ての基板において極力同じ時間とすることが均一な結晶性珪素膜を得るためには重要となる。

【0064】このようにして、単結晶または単結晶と見なせる領域814を得ることができる。この単結晶と見なせる領域は、水素を $10^{16} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 含んでおり、内部の欠陥が水素でターミネイトされた構造を有している。(図10(D))

【0065】この領域は、非常に大きな結晶粒であると見なすことができる。またこの領域は、さらに大きくすることもできる。

【0066】図10(D)に示すように、単結晶または単結晶と見なせる領域814を得たら、この領域を用いて薄膜トランジスタの活性層を形成する。即ち、パターニングを行い図11の701で示す活性層を形成する。またこのパターニングの際に、極薄の酸化膜802を除去する。さらにゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜702をスパッタ法またはプラズマCVD法で1000Åの厚さに成膜する。(図11(A))

【0067】次にスカンジウムを0.18wt%含有したアルミニウム膜を6000Åの厚さに電子ビーム蒸着法で形成する。そしてパターニングを施すことにより、ゲイト電極703を形成する。ゲイト電極703を形成したら5%酒石酸が含まれたエチレングルコール溶液中においてゲイト電極703を陽極として陽極酸化を行い、ア

10

20

30

40

50

ルミニウムの酸化物層 704 を形成する。この酸化物層の厚さは 2500 Å 程度とする。この酸化物層 704 の厚さで、後の不純物イオン注入工程において形成されるオフセットゲイト領域の長さが決定される。

【0068】さらに不純物イオン（ここではリンイオン）の注入をイオンドーピング法またはプラズマドーピング法によって活性層に注入する。この際、ゲイト電極 703 とその周囲の酸化物層 704 とがマスクとなつて、705 と 709 の領域に不純物イオンが注入されることとなる。こうしてソース領域 705 とドレイン領域 709 とが自己整合的に形成される。さらにチャネル形成領域 707 とオフセットゲイト領域 706、708 がやはり自己整合的に形成される。（図 11（B））

【0069】そして、図 1～図 3 に示すレーザー処理装置を用いてレーザー光の照射を行い、ソース領域 705 とドレイン領域 709 の再結晶化と注入された不純物の活性化を行う。

【0070】レーザー光の照射によるアニールの終了後、層間絶縁膜として酸化珪素膜 710 をプラズマ CVD 法で 7000 Å の厚さに成膜する。そして孔開け工程を経て、ソース電極 711 とドレイン電極 712 を適当な金属（例えばアルミニウム）やその他適当な導電材料を用いて形成する。最後に水素雰囲気中において、350℃の加熱処理を 1 時間施すことにより、図 11（D）に示す薄膜トランジスタを完成させる。

【0071】本実施例に示す薄膜トランジスタは、単結晶または単結晶と見なせる領域を利用して活性層を構成するので、活性層内に結晶粒界が実質的に存在せず、薄膜トランジスタの動作において結晶粒界の影響を受けない構成とすることができる。

【0072】本実施例で示す構成では、一列に並んだ複数の薄膜トランジスタを形成する際に効果的に利用できる。例えば、図 11（D）に示す薄膜トランジスタを図面の奥行き方向に 1 列に多数個同時に作製する際に利用することができる。このような多数個の薄膜トランジスタが列を成して形成されている構成は、液晶電気光学装置の周辺回路（シフトレジスタ回路等）に利用することができる。またこのような単結晶または単結晶と見なせる結晶性珪素膜を用いた薄膜トランジスタは、アナログバッファアンプ等に利用するのに有用なものとなる。

【0073】〔実施例 5〕本実施例は、レーザー光の照射による結晶化のメカニズムを巧みに利用して、より単結晶に近い（結晶性の良好な）結晶性珪素膜を効率よく得る例である。

【0074】図 12 に本実施例の作製工程を示す。まずガラス基板 601 上に下地の酸化珪素膜 602 を 3000 Å の厚さにスパッタ法で成膜する。そして非晶質珪素膜 603 を 500 Å の厚さにプラズマ CVD 法または減圧熱 CVD 法で成膜する。さらに酸化性雰囲気中において UV 光の照射を行い、極薄い酸化膜 604 を形成す

る。さらにマスクを構成する酸化珪素膜 815 を成膜する。この酸化珪素膜は、スパッタ法やプラズマ CVD 法で成膜されるものを用いてよいが、酸化珪素系被膜形成用塗布液を用いて形成するのでもよい。これは、溶液状態のものを 100～300℃程度の加熱によって固化するタイプのもので、例えば東京応化の OCD (Ohka Diffusion Source) 溶液を用いることができる。この酸化珪素膜 815 は、802 で示す領域において図面奥行き方向に長手方向を有するスリット状を有しており、このスリット状の領域 802 で非晶質珪素膜 603 の表面（酸化膜 604 が形成されている）を露呈する構成となっている。このスリット状の領域は、必要とする長さで数 μm～数十 μm の幅で設ければよい。（図 12（A））

【0075】次に酢酸ニッケル塩溶液を塗布し、水膜 605 を形成する。そしてスピナー 606 を用いてスピンドライを行い、802 の領域で酸化膜 604 を介して非晶質珪素膜 603 の表面にニッケル元素が接して設けられ状態を実現する。（図 12（B））

【0076】そして図 12（C）に示すように線状のレーザー光を 811 で示す方向に移動（スイープ）させながら照射する。この線状のレーザー光は、図面の奥行き方向に長手方向を有する形状に図 5 に示す光学系を用いて成形されている。

【0077】このレーザー光 810 の照射は、試料を 500℃に加熱し、移動速度を 1mm～10cm/分程度の極めてゆっくりとしたものとして行う。この時、812 で示す領域においては、加熱によって結晶核または結晶化した領域が形成される。この結晶核の生成や結晶化した領域が形成されるのは、ニッケル元素の作用によるものである。レーザー光の照射工程については、実施例 4 の場合と同様である。

【0078】線状のレーザー光を 811 で示されるように移動させながら照射すると、812 で示される領域は、その表面に酸化珪素膜が存在しないので、レーザー光の照射後急速に冷却される。そしてレーザー光が移動していった先の非晶質珪素膜は上下を酸化珪素膜によって挟まれているので、熱の逃げ場がなく、瞬間的に高い温度に加熱される。即ち結晶構造を有する冷たい 812 の領域と、高熱で熔融状態にある領域とが存在することになる。当然その両者の間には、急激な温度勾配が生じることとなる。この温度勾配の作用によって結晶成長が促進され、813 で示されるようにエピタキシャル成長と見なせる結晶成長が順次進行していく。そして、単結晶または単結晶と見なせる領域 814 を得ることができる。

【0079】本実施例で示すような構成は、成長開始点における成長の開始の容易さを実現することができ、部分的にはあるが、単結晶または単結晶と見なせる領域を形成することができる。

【0080】こうして図 12（D）の 814 で示される

10

20

30

40

50

ような単結晶または単結晶と見なせる領域を得ることができる。この単結晶または単結晶と見なせる領域は数十  $\mu\text{m}$  以上の長さによって形成することが可能であり、この領域を用いて単結晶薄膜トランジスタを形成することが可能である。

【0081】〔実施例6〕本明細書に開示する発明を用いて、より高度なアクティブマトリクス型液晶ディスプレイシステムを構築する例を図13に示す。図13の例は、一対の基板間に液晶を挟持した構成を有する液晶ディスプレイの少なくとも一方の基板上に、通常のコンピュータのメインボードに取り付けられている半導体チップを固定することによって、小型化、軽量化、薄型化をおこなった例である。

【0082】以下、図13について説明する。基板15は液晶ディスプレイの基板でもあり、その上にはTFT11、画素電極12、補助容量13を具備する画素が多数形成されたアクティブマトリクス回路14と、それを駆動するためのXデコーダー／ドライバー、Yデコーダー／ドライバー、XY分岐回路がTFTによって形成されている。勿論、TFTとして本明細書で開示する発明を利用することができる。

【0083】そして基板15上に、さらに他のチップを取り付ける。そして、これらのチップはワイヤボンディング法、COG（チップ・オン・ガラス）法等の手段によって、基板15上の回路に接続される。図13において、補正メモリー、メモリー、CPU、入力ポートは、このようにして取り付けられたチップであり、この他にも様々なチップを取り付けてもよい。

【0084】図13において、入力ポートとは、外部から入力された信号を読み取り、画像用信号に変換する回路である。補正メモリーは、アクティブマトリクスパネルの特性に合わせて入力信号等を補正するためのパネルに固有のメモリーのことである。特に、この補正メモリーは、各画素固有の情報を不揮発性メモリーとして有し、個別に補正するためのものである。すなわち、電気光学装置の画素に点欠陥のある場合には、その点の周囲の画素にそれに合わせて補正した信号を送り、点欠陥をカバーし、欠陥を目立たなくする。または、画素が周囲の画素に比べて暗い場合には、その画素により大きな信号を送って、周囲の画素と同じ明るさとなるようにするものである。画素の欠陥情報はパネルごとに異なるので、補正メモリーに蓄積されている情報はパネルごとに異なる。

【0085】CPUとメモリーは通常のコンピュータのものとその機能は同様で、特にメモリーは各画素に対応した画像メモリーをRAMとして持っている。これらのチップはいずれもCMOS型のものである。

【0086】また必要とする集積回路の少なくとも一部を本明細書で開示する発明で構成し、システムの薄膜をさらに高めてもよい。以上のように、液晶ディスプレイ

基板にCPU、メモリーまでもが形成され、1枚の基板で簡単なパーソナルコンピュータのような電子装置を構成することは、液晶表示システムを小型化し、その応用範囲を広げるために非常に有用である。

【0087】本実施例に示すようにシステム化された液晶ディスプレイの必要とする回路に本明細書で開示する発明を用いて作製した薄膜トランジスタを利用することができる。特に、単結晶または単結晶と見なせる領域を用いて作製された薄膜トランジスタをアナログバッファ回路やその他必要とする回路に利用することは極めて有用である。

【0088】

【発明の効果】結晶化を助長する金属元素の導入と加熱処理によって結晶化された結晶性珪素膜に対して、先の加熱処理時の温度の $\pm 100^\circ\text{C}$ 以内の温度に試料を加熱した状態で、レーザー光の照射によるアニールを施すことにより、結晶性をさらに高め、良好な結晶性を有する珪素膜を得ることができる。

【0089】また、結晶化を助長する金属元素の導入と加熱処理によって結晶化された結晶性珪素膜に対して、不純物イオンの注入を行い、さらに先の加熱処理時の温度の $\pm 100^\circ\text{C}$ 以内の温度に試料を加熱した状態で、レーザー光の照射によるアニールを施すことにより、不純物領域の形成を効果的に行うことができる。

【0090】また、 $450^\circ\text{C}$ 以上の温度に加熱した状態で非晶質珪素膜の一方から他方に向かって線状のレーザー光を照射することによって、レーザー光の照射に従って、順次結晶成長を行わすことができ、単結晶または単結晶と見なせる領域を形成することができる。

【0091】特に結晶化を助長する金属元素を非晶質珪素膜に導入した状態で上記のようなレーザー光の照射を行うことで、結晶性がより高い領域（ほとんど単結晶と見なせる領域）を容易に形成することができる。またこの時、線状のレーザー光を移動させながら照射することで、結晶成長した終点に金属元素を偏析させることができ、結晶化した領域内における金属元素濃度を極力小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 レーザー処理装置の上面図。

【図2】 レーザー処理装置の断面図。

【図3】 レーザー処理装置の断面図。

【図4】 レーザー処理装置のブロック図。

【図5】 レーザー処理装置のレーザー光学系を示す図。

【図6】 基板上に結晶性珪素膜を作製する工程図。

【図7】 薄膜トランジスタの作製工程図。

【図8】 基板上に結晶性珪素膜を作製する工程図。

【図9】 薄膜トランジスタの作製工程図。

【図10】 基板上に結晶性珪素膜を作製する工程図。

【図11】 薄膜トランジスタの作製工程図。

17

【図 12】 基板上に結晶性珪素膜を作製する工程図。

【図 13】 液晶ディスプレイの構成を示す。

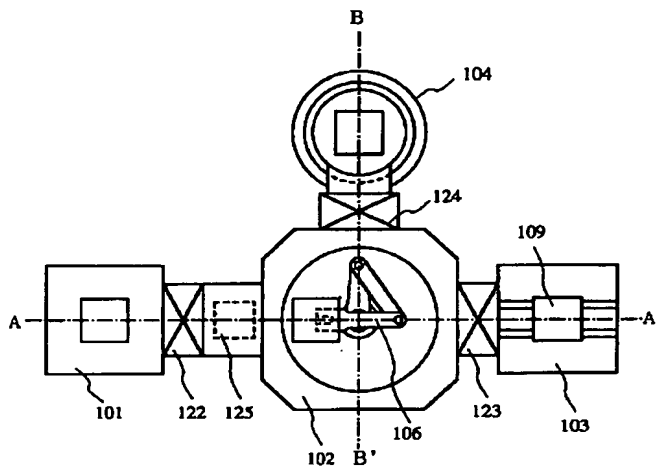
【符号の説明】

- |       |                    |
|-------|--------------------|
| 6 0 1 | ガラス基板              |
| 6 0 2 | 酸化珪素膜（下地膜）         |
| 6 0 3 | 非晶質珪素膜             |
| 6 0 4 | 酸化膜                |
| 6 0 5 | ニッケル酢酸塩溶液の水膜       |
| 6 0 6 | スピナー               |
| 6 0 7 | 結晶性珪素膜             |
| 7 0 1 | 活性層                |
| 7 0 2 | 酸化珪素膜（ゲイト絶縁膜）      |
| 7 0 3 | アルミニウムを主成分とするゲイト電極 |
| 7 0 4 | 陽極酸化物層             |
| 7 0 5 | ソース領域              |

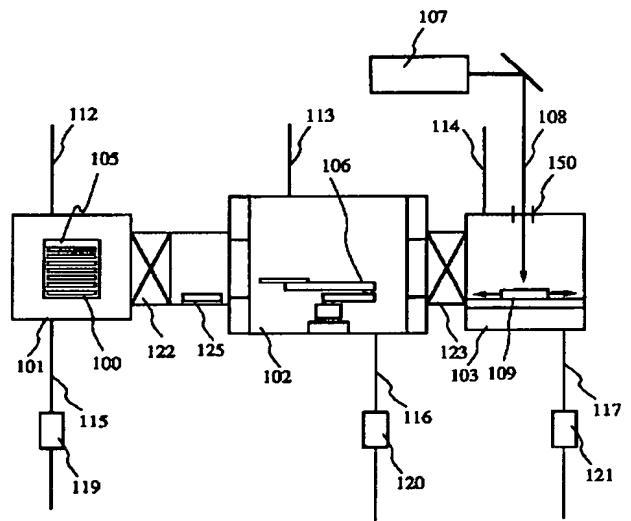
18

- 7 0 6 オフセットゲイト領域
- 7 0 7 チャネル形成領域
- 7 0 8 オフセットゲイト領域
- 7 0 9 ドレイン領域
- 7 1 0 層間絶縁膜
- 7 1 1 ソース電極
- 7 1 2 ドレイン電極
- 8 0 2 露呈した領域
- 8 0 3 結晶成長方向
- 8 0 1 レジストマスク
- 8 1 0 線状のレーザー光
- 8 1 1 線上のレーザー光の移動方向
- 8 1 2 結晶核または結晶性を有する領域
- 8 1 4 単結晶または単結晶と見なせる領域
- 8 1 5 酸化珪素膜で構成されるマスク

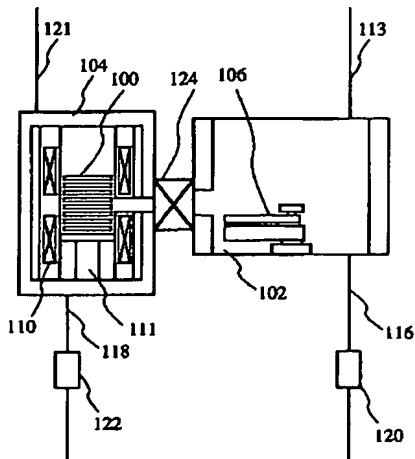
【図 1】



【図 2】

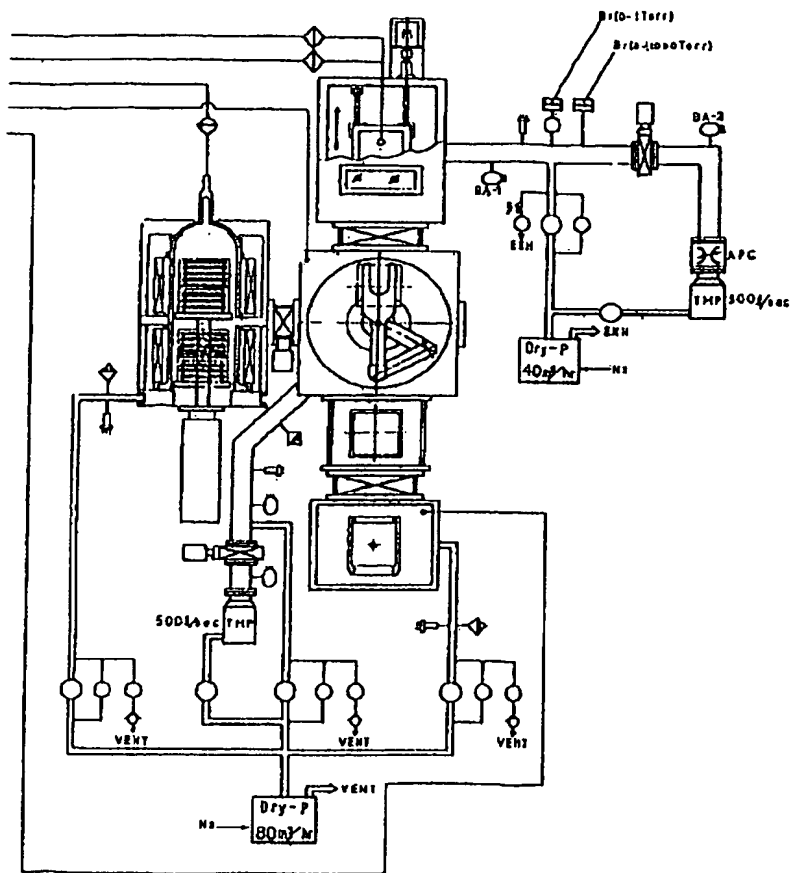


【図 3】

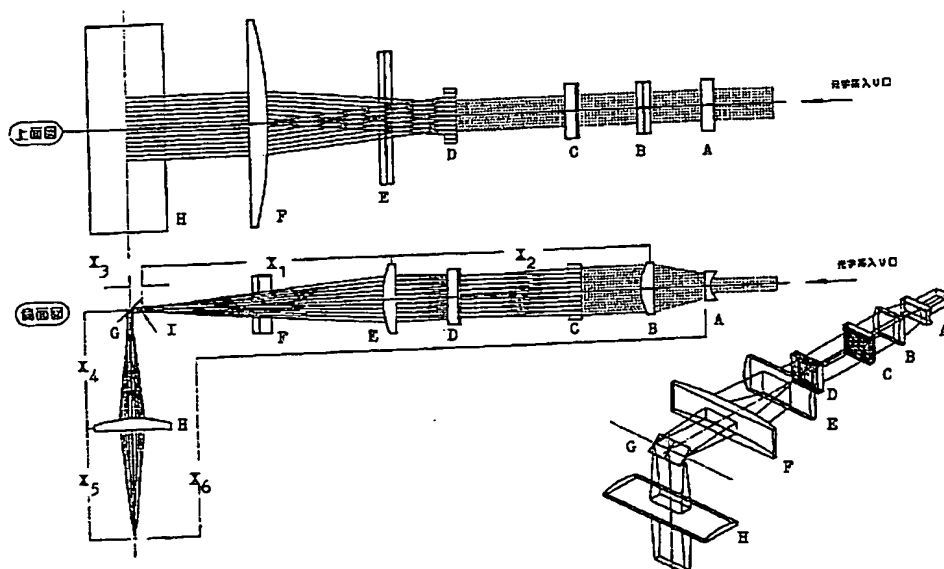




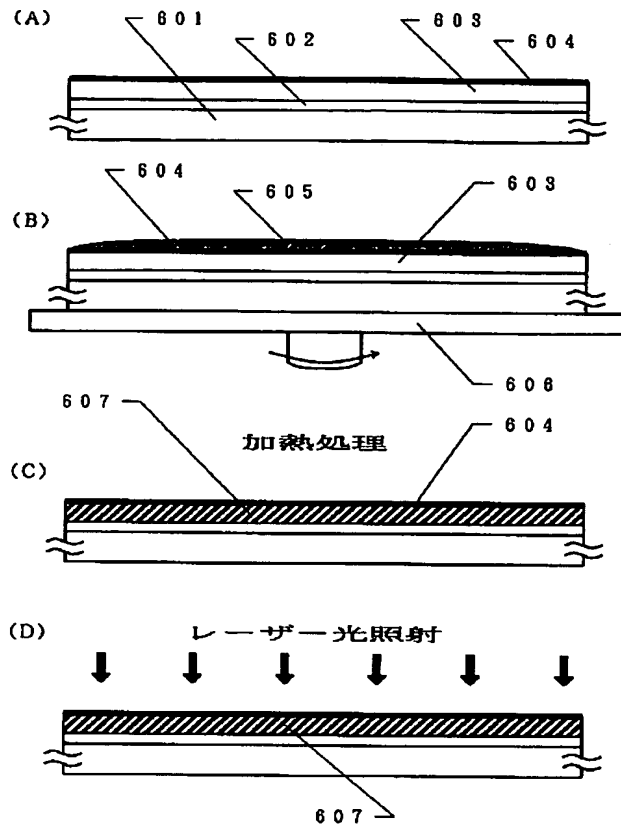
【図 4】



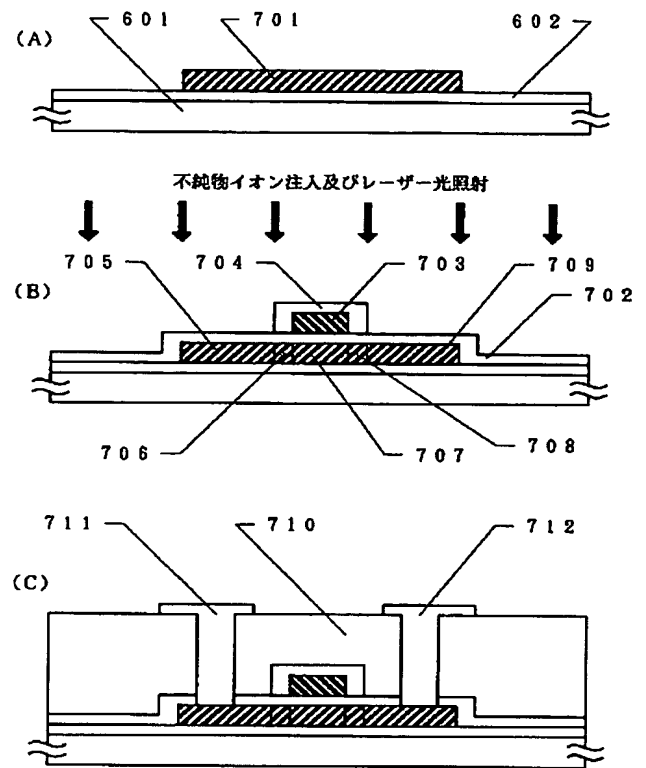
【図 5】



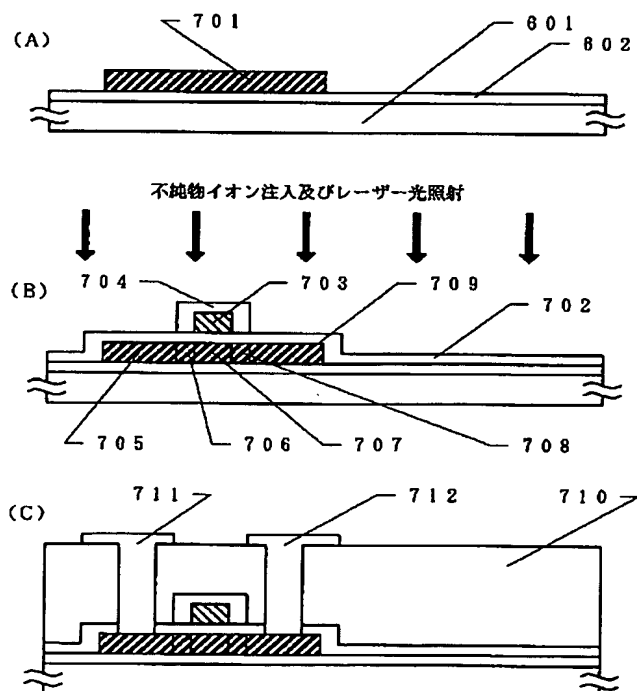
【図 6】



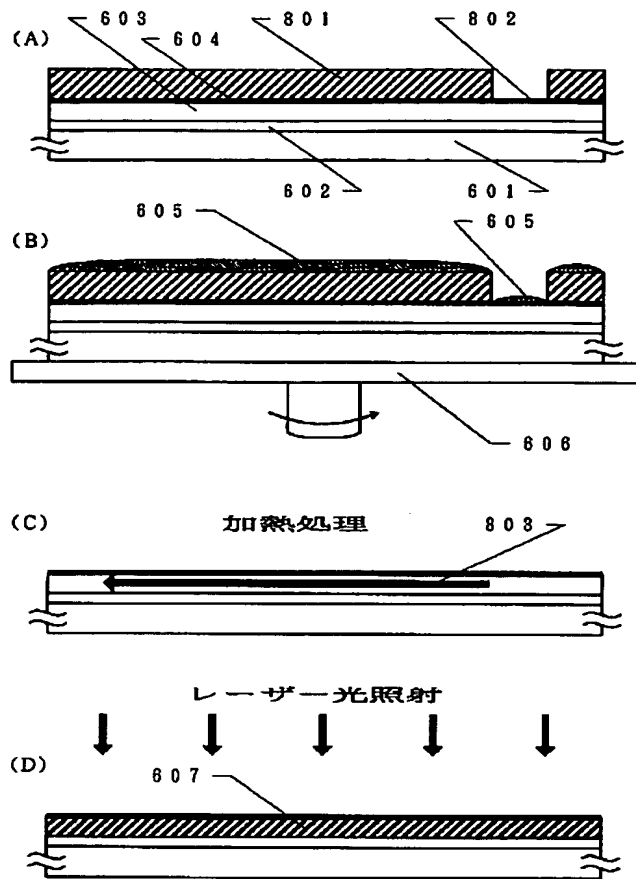
【図 7】



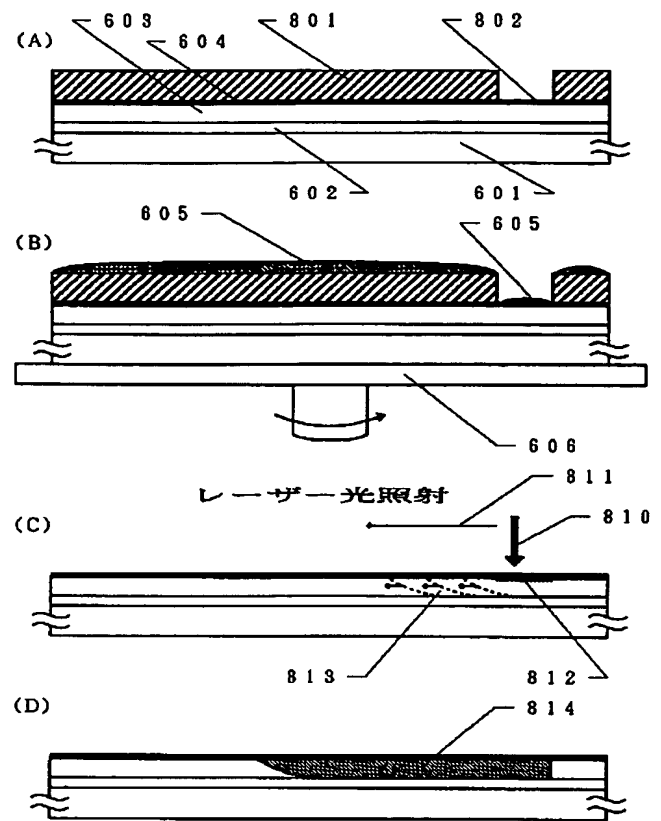
【図 9】



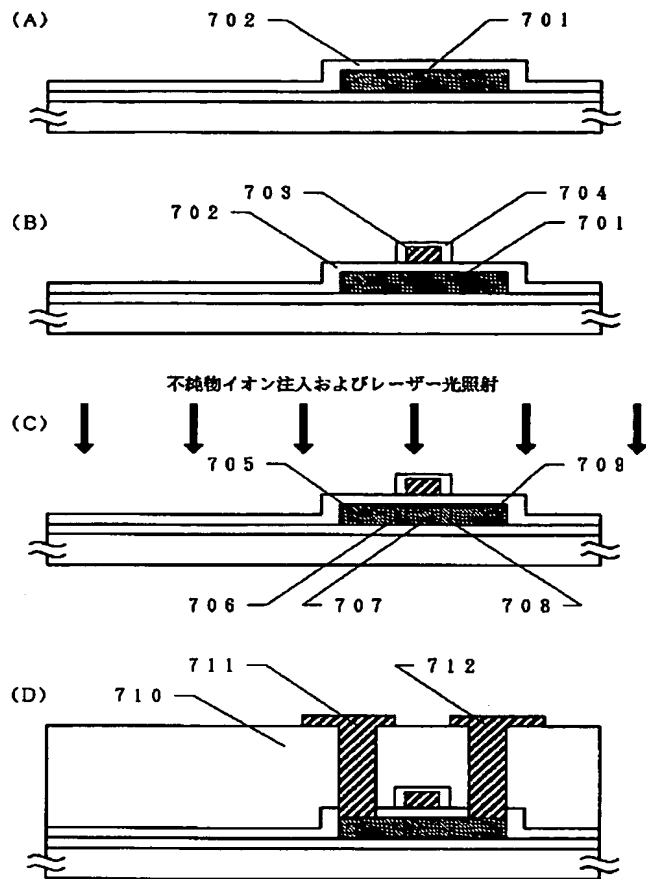
【図8】



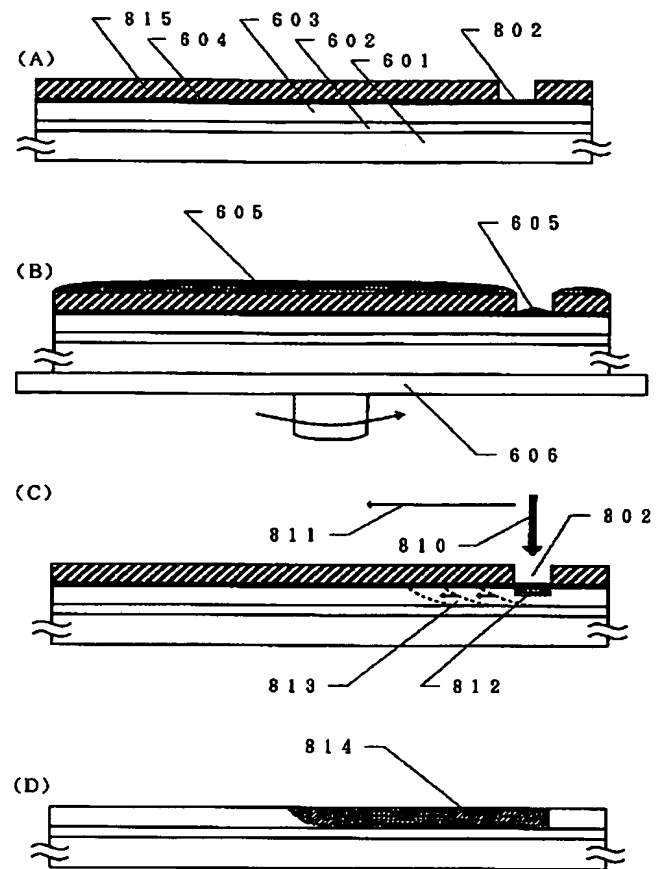
【図10】



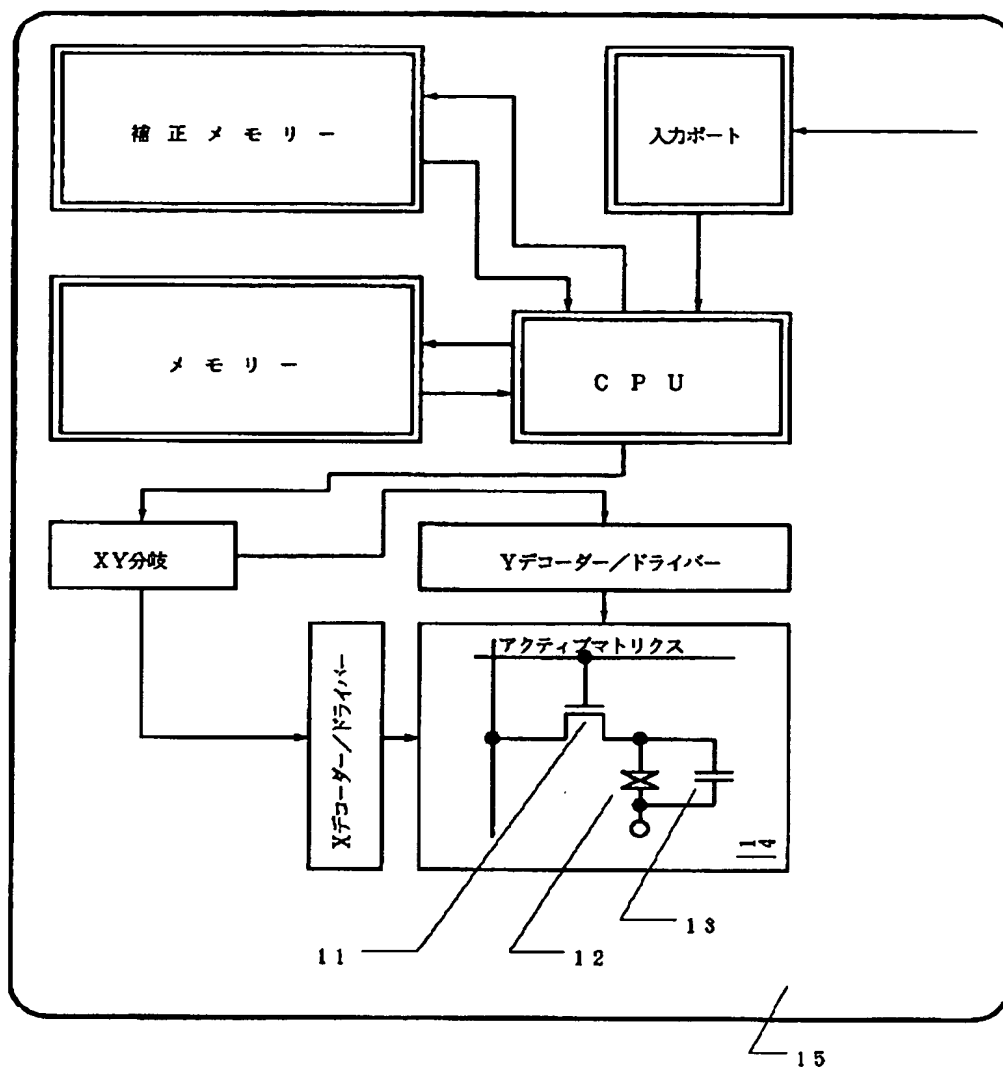
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/268  
 27/12  
 29/786  
 21/336

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z  
 R

(72) 発明者 浜谷 敏次

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半  
 導体エネルギー研究所内